

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 433 760**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 78 24013**

(54) **Dispositif optoélectrique de détection et de localisation d'objet et système de repérage spatial de direction comportant un tel dispositif.**

(51) **Classification internationale. (Int. Cl 3) G 01 S 7/48; F 41 G 1/00; G 02 F 1/00.**

(22) **Date de dépôt ..... 17 août 1978, à 15 h 17 mn.**

(33) (32) (31) **Priorité revendiquée :**

(41) **Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 11 du 14-3-1980.**

(71) **Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, résidant en France.**

(72) **Invention de : Guy de Corlieu, Jean-Claude Reymond et Jean-Luc Hidalgo.**

(73) **Titulaire : Idem (71)**

(74) **Mandataire :**

La présente invention concerne un dispositif optoélectrique de détection et de localisation angulaire d'objet du type semi-actif, c'est-à-dire dans lequel l'objet à détecter est illuminé par une source lumineuse extérieure. La partie du rayonnement reçu par la cible et réfléchi vers un récepteur optique constitue le rayonnement utile attendu à détecter. Le spectre du rayonnement utile est connu, ce qui autorise un filtrage optique très sélectif à la réception. En outre, si l'on considère le rayonnement utile modulé de manière connue, une démodulation correspondante est réalisée au niveau du récepteur après détection, complétant avec le filtrage optique la rejection des signaux parasites dus aux rayonnements ambiants (rayonnement solaire, rayonnements de sources parasites etc...).

L'invention s'applique avantageusement à la réalisation d'un système de repérage de direction dans l'espace. Il est en effet parfois utile de repérer avec une certaine précision la direction vers laquelle un axe est orienté sans avoir de contact matériel avec celui-ci.

On rencontre ce type de problème, en particulier, dans les systèmes viseurs de casque utilisés dans les avions de combat ; le fonctionnement d'un tel système est rappelé brièvement ci-après. Par un dispositif collimateur annexe, le pilote voit à travers une glace semi-réfléchissante solidaire du casque et interposée sur un axe de vision monoculaire, l'image d'un réticule projeté à l'infini en superposition avec la scène extérieure.

Lorsqu'il veut désigner une cible de la scène observée, il amène à coïncider ce réticule avec la cible et signale que la coïncidence est réalisée au moyen par exemple d'une commande par bouton poussoir prévue à cet effet.

A condition de repérer, au moment de la signalisation, la position exacte de son casque, il est alors assez aisé de déterminer par rapport à l'avion, la direction de visée du pilote et de désigner l'objectif à un système d'arme, ou de pointer dans cette direction un système optique ou autre.

Un dispositif selon l'invention permet de réaliser un système de repérage de direction répondant à un tel problème. La direction à repérer est liée à une structure libre dont les mouvements s'effectuent dans un volume spatial déterminé. Dans l'application particulière envisagée, la structure mobile est constituée par le casque du pilote et le volume est défini par les débattements possibles de la tête du pilote à l'intérieur de cockpit. Le système de repérage comporte une première partie solidaire de la structure mobile et une seconde partie fixée à une structure extérieure, l'avion en l'occurrence, pour mesurer les mouvements angulaires relatifs de la structure mobile par rapport à un système d'axes de référence lié à la structure externe. Le système de repérage permet de déterminer par le calcul la direction de visée à partir de localisations angulaires successives de plusieurs points de la structure mobile, par exemple trois sommets d'un triangle. Le casque étant porté par le pilote, il importe que la partie fixée au casque soit légère, compacte et qu'elle présente le minimum d'inertie.

Un objet de la présente invention est de réaliser un dispositif optoélectrique de détection et de localisation angulaire d'objet procurant, outre les caractéristiques de discrétion élevée et de sécurité de fonctionnement liées aux systèmes semi-actifs, la possibilité de fonctionner avec plusieurs objets illuminés en permettant de les distinguer.

Un autre objet de l'invention est de mettre notamment la propriété précitée à profit pour réaliser un système de repérage de direction dans l'espace résultant de l'utilisation combinée du dispositif de localisation avec un groupement d'objets fixés sur la structure mobile et assimilables à des cibles ponctuelles vues du récepteur optique.

Suivant une caractéristique de l'invention il est réalisé un dispositif optoélectrique de détection et de localisation d'objet comportant, un émetteur optique illuminant l'objet, un récepteur optoélectrique détectant le rayonnement utile renvoyé par l'objet et qui est défini par le rayonnement émis modulé de manière

déterminée par un dispositif de modulation, le récepteur comportant une optique de focalisation et un filtre optique pour focaliser et sélectionner le rayonnement utile, un dispositif détecteur optoélectrique du rayonnement utile focalisé, des circuits de traitement des signaux détectés ayant un circuit de démodulation et alimentant un circuit d'écartométrie angulaire, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte, sur l'objet, un dispositif catadioptrique pour rétrofléchir le rayonnement d'émission et qui est combiné avec un dispositif modulateur produisant ladite modulation, le dispositif modulateur étant un modulateur optique commandé électriquement par un circuit annexe de commande, et sur le récepteur, une matrice plane située dans le plan focal de l'optique entre celle-ci et le détecteur et composée d'éléments à transparence variable par commande électrique pour les faire passer de l'état opaque à l'état transparent, les éléments étant disposés en lignes et colonnes selon deux directions cartésiennes de référence, et des moyens de commande des éléments selon une programmation déterminée, ces moyens comportant un circuit de commande élaborant les signaux de commande sur réception de données de sélection d'une unité de calcul, cette dernière assurant en outre la fonction de circuit d'écartométrie angulaire, et que l'émetteur est agencé en sorte que le champ d'émission englobe et correspond sensiblement au champ de réception.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit donnée à titre d'exemple à l'aide des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un schéma simplifié d'un dispositif de détection et de localisation selon l'invention ;
- les figures 2 et 3, des schémas partiels du dispositif selon la figure 1 relatifs à la matrice utilisée et à son fonctionnement ;
- la figure 4, un schéma d'une variante de réalisation du dispositif selon la figure 1 ;
- la figure 5, une illustration en coupe d'un mode de réalisation de la partie du dispositif placée sur l'objet à détecter

et localiser ;

- la figure 6, un exemple de regroupement de dispositifs selon la figure 5 ;

5 - la figure 7, un schéma d'application à un viseur de casque du dispositif de détection et de localisation selon l'invention ; et

- la figure 8, un exemple d'organigramme de calcul relatif au fonctionnement d'un dispositif de localisation selon l'invention.

En se reportant au schéma synoptique de la figure 1, le dispositif de détection et de localisation comporte un ensemble émetteur-  
10 récepteur ER solidaire d'une structure de référence SR ou structure externe et un arrangement constituant l'objet à détecter solidaire d'une structure SM pouvant se mouvoir librement par rapport à la structure de référence.

L'émetteur-récepteur est de type coaxial, c'est-à-dire que  
15 les champs respectifs d'émission et de réception sont coaxiaux selon un axe commun Z, le champ d'émission englobant celui de réception et correspondant sensiblement à celui-ci. L'émetteur est optique procurant une émission omnidirectionnelle dans le champ d'ob-  
20 servation prévu et fonctionnant en régime continu. Pour la détection proche tel que dans un viseur de casque, la puissance de l'émetteur peut être assez faible et il peut alors être fait appel à une source lumineuse de petites dimensions en circuits solide telle une diode électroluminescente ou une diode laser ; cette version est représentée sous forme d'une diode émettrice 1 avec son circuit associé  
25 2 d'alimentation en continu. Un miroir semi-transparent 3, ou un montage optique équivalent, permet de rendre les champs d'émission et de réception coaxiaux selon l'axe Z constituant l'axe optique de réception. Pour une détection lointaine, le dispositif 3 n'est pas nécessaire, l'émetteur et le récepteur peuvent être disposés côte  
30 à côte en sorte que leurs axes de champ sont parallèles.

Le récepteur comporte une optique réceptrice groupant un objectif optique 4 de focalisation du rayonnement reçu et un filtre optique 5 placé sur le trajet optique, de préférence en aval de l'objectif pour réduire ses dimensions. Les moyens de filtrage

optique peuvent être réalisés selon d'autres techniques connues, telles que par dépôt sur un élément de l'optique 4, ou par le choix des verres constituant cette optique. Le rayonnement utile correspondant à celui d'émission est ainsi sélectionné par filtrage et focalisé sur une matrice plane 6 positionnée sensiblement dans le plan focal de l'objectif d'entrée 4. Un dispositif photodétecteur 7 est disposé directement à l'arrière de la matrice ou à distance de celle-ci en utilisant une optique intermédiaire comme on le verra ultérieurement. Suivant la disposition figurée, la surface plane photosensible de détection correspond à l'aire de la matrice c'est-à-dire l'étendue de l'image du champ de réception. Des moyens conventionnels tels que un cache ou un diaphragme, peuvent être utilisés pour égaliser les champs d'émission et de réception, ces moyens 8 peuvent être associés à l'émetteur ou disposés comme figuré à l'avant du miroir 3 sur le trajet optique commun et faire partie éventuellement d'un boîtier 13 regroupant l'ensemble ER.

La matrice 6 est constituée d'éléments à transparence variable par commande électrique, ces éléments étant disposés en lignes et colonnes selon deux directions de référence X et Y comme représenté plus en détail sur le schéma partiel figure 2. Les directions X, Y, Z constituent le trièdre de référence lié à la structure SR. La matrice 6 peut être conçue selon des techniques connues en utilisant des cristaux liquides par exemple de type mématique, ou au moyen de dispositifs obturateurs optoélectriques à base de céramiques PLZT, ou tout dispositif équivalent, la propriété requise étant de pouvoir faire varier la transparence selon une loi binaire pour produire sensiblement l'état transparent et l'état opaque. L'adressage en X et Y des éléments de la matrice est produit par un circuit de commande 9 pour sélectionner à partir d'un programme déterminé les éléments dont on veut commander le passage à l'état transparent, l'état opaque constituant l'état de repos.

Le détecteur photosensible 6 peut être constitué d'un unique élément, cellule photoélectrique ou diode photoréceptrice, permettant la réception du rayonnement utile lui parvenant à travers n'importe

quel élément sélectionné de la matrice, laquelle joue le rôle d'un cache opaque pour les éléments restants non sélectionnés.

L'objet à détecter et à localiser comporte un dispositif rétro-réfléchissant 10 assurant la réflexion directive du rayonnement d'émission selon la direction d'incidence, et un dispositif modulateur optique 11 commandé électriquement par un circuit générateur 12 de signal de modulation pour moduler selon une loi de modulation déterminée le rayonnement réfléchi. Pour l'application à un viseur de casque, le circuit de modulation 12 sera de préférence extérieur au casque formant la structure SM et disposé sur la structure extérieure SR c'est-à-dire dans l'avion. Le modulateur optoélectrique 11 peut être réalisé au moyen d'un dispositif obturateur optoélectrique à céramique PLZT ou un dispositif équivalent, et le dispositif rétro-rélecteur 10 par un coin de cube réfléchissant ou un dispositif catadioptrique plus élaboré. Le choix des réalisations dépend en effet essentiellement de l'application prévue, selon que la détection à faire est très proche, type viseur de casque, ou lointaine, dans l'un et l'autre cas les caractéristiques dimensionnelles des éléments 10 et 11 doivent être telles que l'objet correspondant vu par l'optique réceptrice est assimilable à une source sensiblement ponctuelle. Ainsi l'image de l'objet est positionné dans le plan focal c'est-à-dire dans le plan de la matrice et forme une tâche dont le diamètre n'est essentiellement fonction que des caractéristiques optiques de l'objectif 4. Le diamètre de la tâche image est pris en considération en sorte de correspondre sensiblement à l'aire élémentaire constitué par un élément  $E_{ij}$  de la matrice.

Dans le cas d'un fonctionnement à courte distance, il y a lieu d'assurer par le montage l'égalité des trajets optiques en rendant égales les distances d'éloignement AB et AC entre le miroir 3 et respectivement, l'émetteur 1 et le centre optique de l'objectif 4 ; en détection lointaine, les trajets AB et AC ne représentent plus qu'une faible ou très faible fraction de la distance d'éloignement de l'objet et ils peuvent être ajustés avec une bien moindre précision ou même présenter une différence compatible avec la précision

de mesure d'écartométrie requise.

Les circuits de traitement en aval du détecteur 6 comportent connectés en série, un circuit préamplificateur 15, un circuit démodulateur 16 et un circuit amplificateur 17 alimentant un circuit de calcul ou unité de calcul 20. Le circuit démodulateur 16 est réalisé en fonction de la modulation prévue. En prenant le cas simple d'une modulation sinusoïdale à la fréquence  $F$  élaborée par le circuit 12, le rayonnement réfléchi par l'ensemble 10 - 11 est modulé en intensité à cette fréquence et le signal détecté correspondant est modulé en amplitude à la fréquence  $F$  ; le démodulateur 16 peut alors consister en un simple filtre sélectif centré sur la fréquence  $F$  de modulation. Si la modulation s'effectue selon un code plus élaboré un décodage correspondant est prévu à la réception. Dans le cas d'un code pseudo-aléatoire, la démodulation s'effectue par corrélation selon des techniques de démodulation cohérente ; le signal de référence destiné au corrélateur peut être prélevé du niveau du modulateur (connexion en pointillé) dans le cas d'une détection proche du type viseur de casque. Pour la détection plus lointaine, le modulateur 12 est lié à la structure mobile SM et il y a lieu, selon des techniques conventionnelles, de reformer le signal localement avec un retard correspondant à la plage de distance prévue pour la mesure.

L'unité de calcul 20 présente deux fonctions, la première, commander le circuit 9 selon un programme de sélection prédéterminé en sorte que celui-ci produit les signaux d'adressage correspondant et provoque le passage à l'état transparent des éléments de la matrice selon un ordre déterminé. La seconde fonction est de délivrer sur réception d'un signal d'identification SI les données utiles SU correspondant à la localisation angulaire  $\theta$  de l'objet M (figure 2). Le signal d'identification résulte de la détection du rayonnement utile après traversée de la matrice 6 et traitement par démodulation du signal détecté correspondant. Le programme est établi en sorte de permettre sur réception de ce signal d'identification d'identifier l'élément  $E_{i,j}$  correspondant à la tâche image IM de l'objet M. Les rangs  $i = n_0$  et  $j = m_0$  correspondent aux coordonnées de cet éléments



par rapport aux axes X et Y de référence passant par le centre de la matrice et constituent les données de localisation de la direction  $\Delta$  présentée par l'objet par rapport à l'ensemble émetteur-récepteur ER ou de son dépointage angulaire  $\theta$  par rapport à la direction de référence Z ou axe de visée du dispositif. En supposant que le programme est déterminé pour ouvrir successivement l'un après l'autre chaque élément  $E_{i,j}$  de la matrice le signal d'identification sera produit une fois au cours du balayage de la matrice lorsque l'élément  $E_{i,j}$  est celui correspondant à la tâche image IM. Un autre mode de programmation plus rapide décrit ci-après à titre d'exemple peut être envisagé.

La fonction de la fenêtre utile correspondant à la sélection de l'élément  $E_{i,j}$  sur lequel se forme la tâche image IM est a priori inconnue, soit que le dispositif ait décroché, soit qu'on se situe durant une phase initiale de recherche. La recherche est effectuée par dichotomie selon un balayage séquentiel de la matrice pour rendre successivement transparentes deux moitiés de la matrice et retenir à chaque fois la partie qui procure le signal d'identification correspondant à la présence de l'image de l'objet dans cette partie. Il peut être procédé ainsi pour sélectionner la ligne  $n_0$  sur laquelle se trouve l'image de l'objet puis, une sélection similaire est opérée dans le sens des colonnes procurant l'identification de la colonne  $m_0$  cherchée et de l'élément  $E_{i,j}$  situé à l'intersection  $i = n_0, j = m_0$ . Cette méthode permet de repérer la fenêtre définitive en  $2(n + m)$  opérations au lieu de  $2^n \cdot 2^m$  comme c'est le cas lorsque la recherche est faite élément par élément, ceci pour une matrice considérée comportant  $2^n$  lignes et  $2^m$  colonnes. Un organigramme de calcul correspondant est donné sur la figure 8 pour la recherche de la ligne  $n_0$ , le processus étant similaire ensuite par la recherche de la colonne  $m_0$ .  $I_{i,j}$  représente l'intensité du signal détecté correspondant au rayonnement passant par l'élément  $E_{i,j}$ . Si le nombre d'éléments de la matrice n'est pas de la forme envisagée exprimé par des puissances de 2, le raisonnement reste valable, il suffit de considérer les puissances de 2 immédiatement supérieures au nombre de lignes et de colonnes.

Dans le cas simple représenté à titre d'exemple sur la figure 3, six opérations suffisent à localiser la fenêtre utile sur la matrice composée de 64 éléments ( $n = m = 3$ ) en éliminant successivement : les lignes 5 à 8, 1 et 2, 4, pour sélectionner la ligne  $n_0 = 3$ , puis les colonnes 5 à 8, 1 et 2, 3, pour sélectionner la colonne  $m_0 = 4$ .

Après acquisition, la poursuite de la tâche image en fonction des évolutions de l'objet peut se faire selon le même processus ou selon un autre programme plus accéléré consistant à effectuer une recherche partielle dans une fenêtre plus délimitée centrée sur l'image IM qui vient d'être localisée et non sur la fenêtre globale constituée par la totalité de l'étendue de la matrice. Ainsi dans le cas de figure, après la phase de recherche initiale, la recherche localisée peut être programmée pour englober les éléments voisins de l'élément  $E_{n_0 m_0}$  cette fenêtre étant mise en évidence par des hachures.

Il peut également être tenu compte de la direction de déplacement de la tâche image IM sur la matrice et donc du sens de l'évolution de l'objet dans l'espace pour mieux cerner par une programmation appropriée une fenêtre restreinte de poursuite correspondante. Comme on peut s'en rendre compte aisément, la programmation peut prendre de nombreuses formes et il est entendu que l'exemple décrit a été donné à titre d'exemple non exhaustif du fonctionnement du circuit de calcul 20 pour aboutir au résultat cherché. Le signal de sortie SU destiné à une exploitation annexe non figurée peut être représenté par les données  $n_0$  et  $m_0$  d'écartométrie angulaire de l'objet détecté.

Le circuit d'amplification 17 peut comporter un comparateur à seuil pour éliminer les fluctuations parasites de bruit. La comparaison à seuil peut également servir à éliminer des ambiguïtés résultant du chevauchement de plusieurs éléments de la matrice par la tâche image IM. D'autres solutions peuvent être envisagées pour éliminer les ambiguïtés, en procédant par exemple par comparaison entre lignes successives pour déterminer le signal de plus fort ni-

veau ; de telles réalisations de circuits de décision relèvent du savoir-faire et ne sont pas développées en détail dans la présente description.

Le circuit 20 de calcul d'écartométrie et de commande du  
5 sélecteur 9 peut être produit par un calculateur de bord déjà installé dans l'avion, dans le cadre de l'application à un viseur de casque.

La figure 4 montre sous forme d'un schéma partiel une variante de réalisation suivant laquelle une optique intermédiaire 13 est disposée entre la matrice et le détecteur 7.  
L'optique 13 effectue une transposition de l'image du champ délimité par la matrice 6 au niveau du plan de détection situé sensiblement dans son plan focal. Cette solution permet de réduire les dimensions du détecteur 6. Un diaphragme 8a peut être prévu  
15 pour protéger le récepteur optique 3 du rayonnement émis par la diode 1, notamment si ces éléments sont à faible distance l'un de l'autre.

La figure 5 représente en coupe un mode possible de réalisation sous faibles dimensions de l'objet M. Il comporte un coin  
20 de cube 30 en matériau transparent pour le rayonnement d'émission et qui est rendu réfléchissant sur ses trois faces orthogonales par un dépôt métallique 31. Le modulateur optique est réalisé par des couches minces disposées sur la quatrième face constituant la face entrée-sortie optique ; ces couches forment successivement  
25 un polariseur 32, une céramique PLZT 33 et son réseau de commande électrique 34 et un polariseur 35 croisé avec le précédent.

Afin d'accroître le champ optique du catadioptré 10 et consécutivement, le rendement optique, il peut être procédé à des regroupements. Ainsi, sur l'exemple représenté à la figure 6 il a  
30 été regroupé quatre dispositifs coins de cube 36 à 39, l'ensemble présentant un plan commun utilisable pour la fixation sur la structure mobile SM.

La figure 7 se rapporte à une application à un viseur de casque pour repérer quasi-instantanément et à tout moment la

direction de visée DV. Le casque forme la structure mobile SM et il comporte plusieurs objets ponctuels, au minimum un groupement d'au moins trois objets M1, M2, M3 disposés de façon non colinéaire pour former un triangle. Chaque point objet correspond à  
5 un ensemble rétroréflecteur et modulateur optique, par exemple du type décrit à la figure 5 ou 6. La direction DV à localiser est connue par rapport au triangle et consiste par exemple en l'un des côtés de celui-ci comme figuré. Le circuit générateur 12 produit  
10 aux modulateurs optiques en M1, M2, et M3. La modulation peut se faire avec trois fréquences différentes ; dans le cas de codes binaires, on veillera à utiliser de préférence des codes orthogonaux. A la réception le signal détecté et préamplifié est appliqué en parallèle à trois voies de démodulation 17a, b et c  
15 au lieu d'une, chaque voie correspondant à une fréquence ou un code. La sortie de chaque démodulateur est transmise au circuit de calcul 20 après amplification avec comparaison à seuil éventuelle en 17a, b et c respectivement. Il est procédé à la localisation respective des directions  $\Delta 1$ ,  $\Delta 2$ ,  $\Delta 3$  passant par les  
20 points puis, le circuit de calcul 20 détermine de manière connue la localisation spatiale du triangle dont les dimensions sont connues et consécutivement la localisation de la direction DV dans l'espace. La localisation angulaire des points M1, M2, M3 peut être faite comme décrite précédemment par un ou plusieurs  
25 programme de recherche selon le programme considéré, il peut ensuite être produit un programme déterminant trois fenêtres restreintes pour la poursuite respective et simultanée des trois images formés sur le plan de la matrice. On peut également opter pour un autre mode de fonctionnement en modulant périodiquement  
30 et l'un après l'autre au cours de chaque période les éléments M1, M2 et M3.

Les objets ponctuels réfléchissants peuvent être en nombre de trois par groupement comme représenté sur la figure 3, ceci n'excluant pas d'en utiliser un nombre plus élevé. Pour l'application  
35 prévue à un viseur de casque, on peut répartir les composants de la

manière suivante, deux groupements de trois objets, l'un à droite et l'autre à gauche du casque et de même, deux ensembles émetteur-récepteur l'un à droite et l'autre à gauche du pilote situés vers l'avant du cockpit.

- 5 La réflexion de l'émission selon un diagramme large, si possible voisin de  $2\pi$  stéradians, autorise des rotations de grande amplitude puisque du même ordre pour la tête du pilote ; en outre le rayonnement d'émission est choisi de préférence dans un domaine non visible pour ne pas gêner le pilote par des réflexions parasites, ce
- 10 choix s'effectuant de préférence en infrarouge.

Il est entendu que le circuit de modulation 12, le circuit générateur 9 et la matrice 6 associés peuvent être réalisés de diverses manières selon des techniques connues et en ce sens ils ne sont pas décrits dans le détail.

- 15 Un dispositif de localisation conforme à l'invention, combiné avec plusieurs objets ponctuels tels qu'envisagés permet de repérer continuellement une direction d'axe de la structure mobile portant les sources.

REVENDICATIONS

1. Dispositif optoélectrique de détection et de localisation d'objet comportant, un émetteur optique illuminant l'objet, un récepteur optoélectrique détectant le rayonnement utile renvoyé par l'objet et qui est défini par le rayonnement émis modulé de manière  
5 déterminée par un dispositif de modulation, le récepteur comportant, une optique de focalisation et un filtre optique pour focaliser et sélectionner le rayonnement utile, un dispositif détecteur optoélectrique du rayonnement utile focalisé, des circuits de traitement des signaux détectés ayant un circuit de démodulation et alimentant un  
10 circuit d'écartométrie angulaire, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte, sur l'objet, un dispositif catadioptré (10) pour rétroréfléchir le rayonnement d'émission et qui est combiné avec un dispositif modulateur produisant ladite modulation, le dispositif modulateur étant un modulateur optique (11) commandé élec-  
15 triquement par un circuit annexe (12) de commande, et sur le récepteur, une matrice plane (6) située dans le plan focal de l'optique (4) entre celle-ci et le détecteur (7) et composée d'éléments à transparence variable par commande électrique pour les faire passer de l'état opaque à l'état transparent, les éléments  $(E_{i,j})$  étant  
20 disposés en lignes et colonnes selon deux directions cartésiennes de référence  $(X,Y)$ , et des moyens de commande des éléments selon une programmation déterminée, ces moyens comportant un circuit de commande (9) élaborant les signaux de commande sur réception de données de sélection d'une unité de calcul (20), cette dernière assurant en  
25 outre la fonction de circuit d'écartométrie angulaire, et que l'émetteur est agencé en sorte que le champ d'émission englobe et correspond sensiblement au champ de réception.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif optoélectrique de détection comporte un unique élément  
30 détecteur (7) alimentant simultanément autant de voies de traitement qu'il y a d'objets distincts  $(M_1, M_2, M_3)$  à détecter et localiser, chaque objet étant agencé pour produire une modulation qui lui est propre et à laquelle correspond un circuit de démodulation dans une voie de traitement correspondante.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'un objectif optique additionnel (13) est disposé entre la matrice et le détecteur.

5 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le dispositif catadioptrique est du type coin de cube réfléchissant (30-31), le modulateur optique étant disposé au niveau de la face d'entrée-sortie.

10 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le modulateur optique est produit par dépôts de couches munis sur la face d'entrée-sortie du coin de cube.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la matrice est du type à cristaux liquides ou à céramique PLZT.

15 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif optique (3) assurant la coaxialité des champs d'émission et de réception selon un axe commun (Z) représentant la troisième direction cartésienne d'un trièdre de référence correspondant.

20 8. Dispositif selon l'ensemble des revendications 2, 4, 6 et 7, caractérisé en ce que l'émetteur est formé d'une diode photoémettrice (1) et son circuit d'alimentation en continu (2), la coaxialité des champs est produite par un miroir semi-transparent (3), un filtre optique (5) du spectre d'émission est interposé entre l'objectif de focalisation (4) et la matrice (6), le circuit de calcul (20)  
25 produit les données de sélection des éléments de la matrice et sur réception de signaux démodulés l'identification de localisation angulaire de l'objet correspondant par les rangs ( $n_o$ ,  $m_o$ ) de ligne et de colonne de l'élément ( $E_{i,j}$ ) de la matrice sur lequel est produit l'image de l'objet.

30 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les objets sont au nombre d'au moins trois solidaires d'une structure mobile (SM) en vue de localiser dans l'espace un axe déterminé de la structure mobile à partir des données respectives de localisation des différents objets.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la structure mobile est un casque de pilote d'avion et l'axe à localiser un axe de visée dans le cadre d'une application à un viseur de casque.



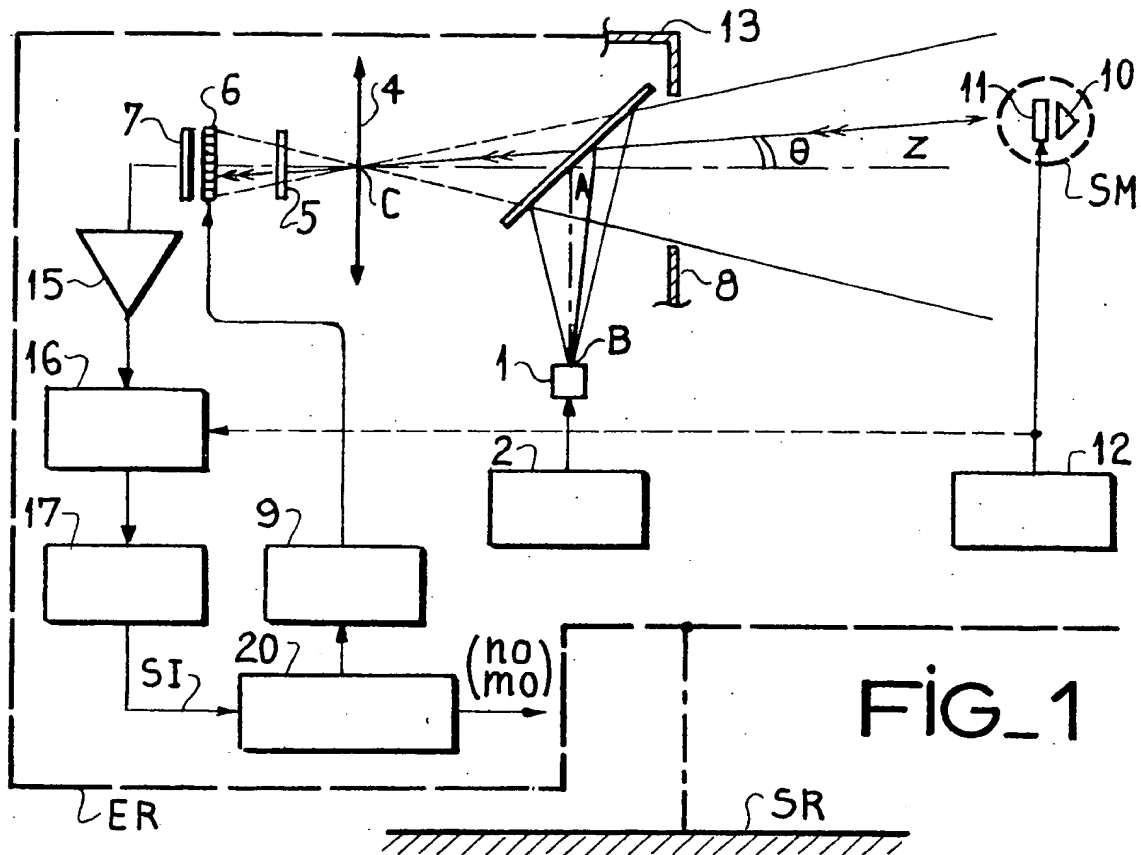
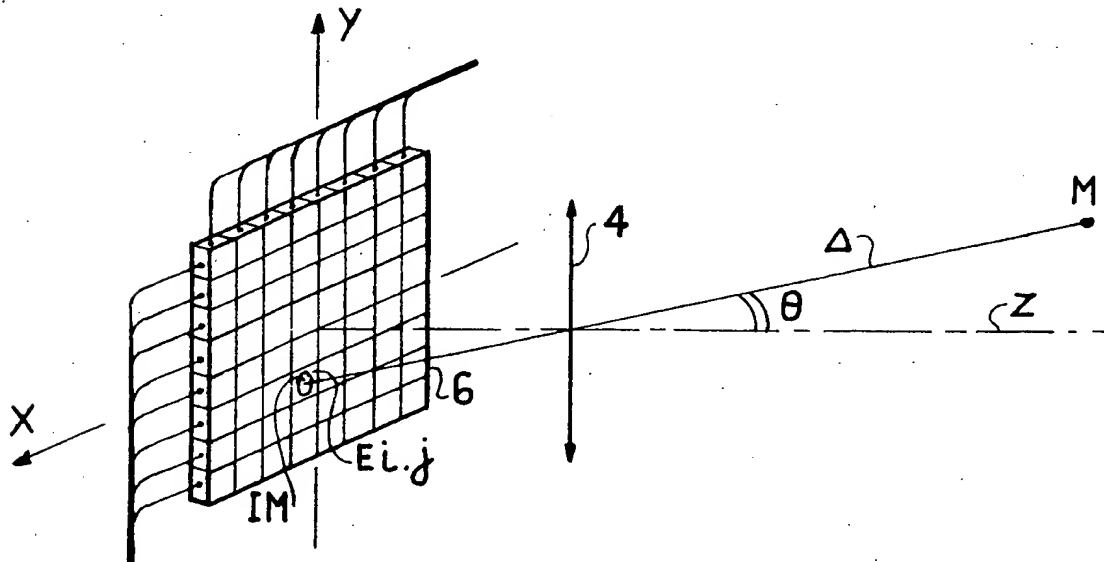


FIG. 2



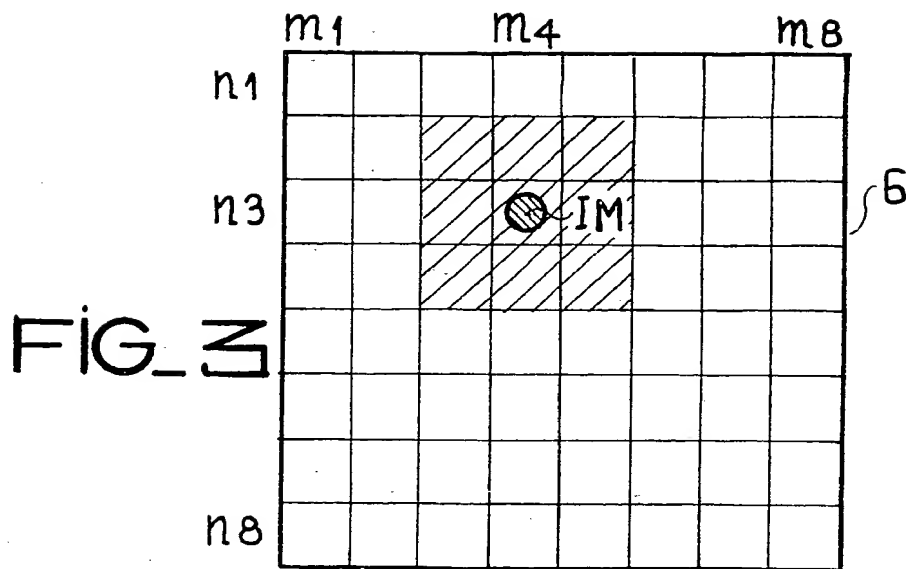


FIG. 4

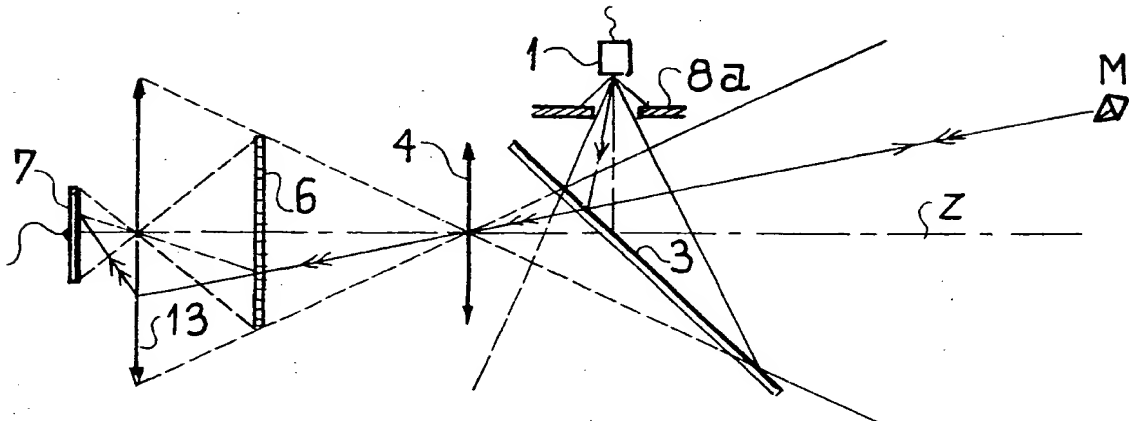


FIG. 6

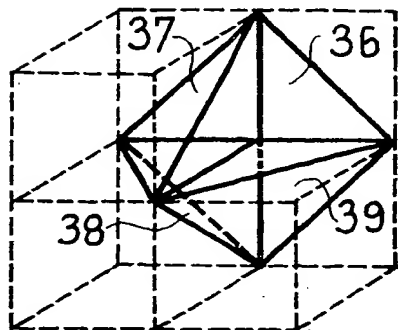


FIG. 5

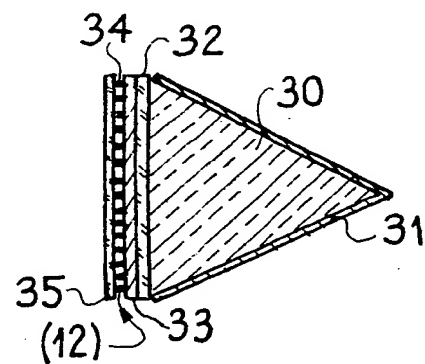


FIG. 7

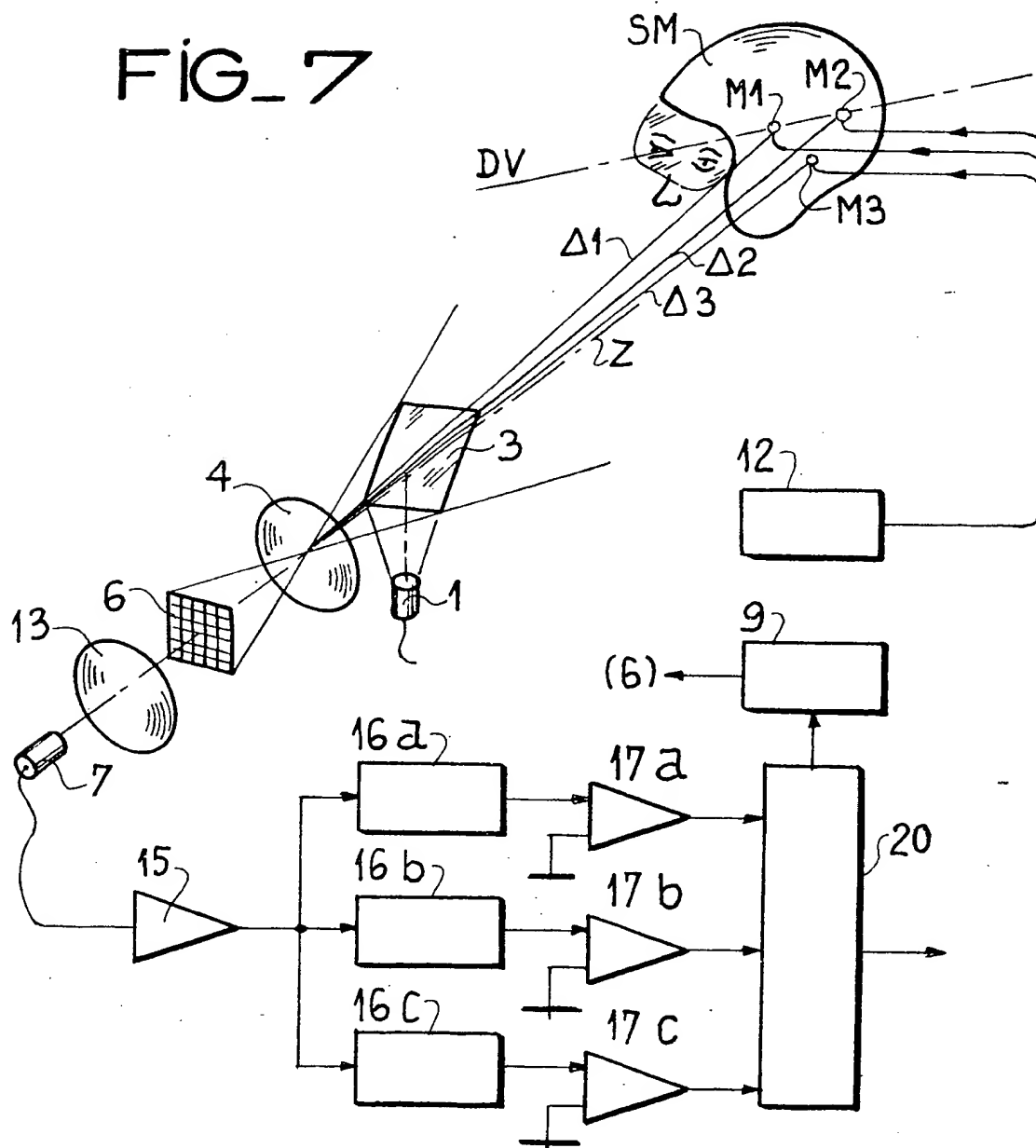


FIG. 8

